



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 31 246 A 1**

P43245 DE ①
⑤ Int. Cl.⁷:
H 01 L 21/304

② Aktenzeichen: 101 31 246.6
② Anmeldetag: 28. 6. 2001
④ Offenlegungstag: 7. 3. 2002

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦ Anmelder:
Wacker Siltronic Gesellschaft für
Halbleitermaterialien AG, 84489 Burghausen, DE

⑦ Vertreter:
Rimböck, K., Dr., 81737 München

⑦ Erfinder:
Springmann, Hermann, Mattighofen, AT; Rieger,
Alexander, 84375 Kirchdorf, DE; Kaiser, René, 84489
Burghausen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Verfahren zur materialabtragenden Bearbeitung der Kanten von Halbleiterscheiben

⑤ Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit asymmetrischen Kantenprofil durch materialabtragendes Bearbeiten der Scheibenkante, wobei die Halbleiterscheibe auf einem sich drehenden Tisch zentrisch fixiert ist und mit der Kante gegen die sich ebenfalls drehende Arbeitsfläche eines Bearbeitungswerkzeugs zugestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bearbeitungswerkzeug mit symmetrischem Profil verwendet wird, wobei die Asymmetrie der Scheibenkante dadurch erreicht wird, dass das Bearbeitungswerkzeug vor Beginn der Bearbeitung gegenüber der Mittelebene der Halbleiterscheibe parallel zur Rotationsachse der Halbleiterscheibe verschoben wird.

DE 101 31 246 A 1

DE 101 31 246 A 1

[0001] Gegenstand der Erfindung ist Verfahren zur materialabtragenden Bearbeitung der Kanten von Halbleiterscheiben.

5 [0002] Die unbehandelte Kante einer von einem Einkristall abgetrennten Halbleiterscheibe hat eine vergleichsweise raue und uneinheitliche Oberfläche. Sie bricht bei mechanischer Belastung häufig aus und ist eine Quelle störender Partikel. Es ist daher üblich, die Kante zu glätten und ihr ein bestimmtes Profil zu geben. Dies geschieht durch eine materialabtragende Bearbeitung der Kante mit einem geeigneten Bearbeitungswerkzeug. In der DE 195 35 616 A1 ist eine Schleifvorrichtung beschrieben, mit der eine solche Bearbeitung vorgenommen werden kann. Die Halbleiterscheibe ist
10 während der Bearbeitung auf einem sich drehenden Tisch fixiert und wird mit der Kante gegen die sich ebenfalls drehende Arbeitsfläche eines Bearbeitungswerkzeugs zugestellt.

[0003] Nach dem Stand der Technik ist es üblich, die Halbleiterscheiben mit einem zur Mittelebene der Scheibe symmetrischen Profil mit gleichartigen Facetten an der Scheibenvorderseite und der Scheibenrückseite zu versehen. Für die Bearbeitung der Scheibenkante kann somit üblicherweise ein symmetrisches Bearbeitungswerkzeug eingesetzt werden, wie in Fig. 1a dargestellt. Das symmetrische Kantenprofil führt jedoch bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen zu Problemen – insbesondere bei dem als Rückseitendünnung bezeichneten Schritt, bei dem nach erfolgter Vorderseitenstrukturierung die Rückseite der Halbleiterscheibe derart materialabtragend bearbeitet wird, dass die Dicke der Scheibe beispielsweise auf etwa 20% des ursprünglichen Werts reduziert wird. Die dabei entstehende scharfe Kantenform ist sehr empfindlich gegen mechanische Beanspruchung, so dass es zu Ausbrüchen an der Scheibenkante kommen kann.

20 [0004] Dieses Problem kann durch die Verwendung von Halbleiterscheiben mit einem asymmetrischen Kantenprofil, wie es in der DE 44 14 373 C2 beschrieben ist, umgangen werden. Die in der genannten Schrift beschriebene Halbleiterscheibe weist am Rand der Scheibenrückseite eine Facette auf, am Rand der Scheibenvorderseite dagegen lediglich eine gerundete Kante. Laut DE 44 14.373 C2 bedeutet dies für den Kantenverrundungsschritt eine Profilveränderung des Bearbeitungswerkzeugs verglichen mit der Herstellung einer symmetrischen Kante. Eine andere bevorzugte Form einer asymmetrischen Scheibenkante ist in der EP 0 393 951 B1 beschrieben, deren Herstellung ebenfalls ein Bearbeitungswerkzeug mit asymmetrischem Profil erfordert.

[0005] Der Nachteil eines Einsatzes von Bearbeitungswerkzeugen mit asymmetrischem Profil (ein Beispiel zeigt Fig. 1b) besteht darin, dass für jedes Kantenprofil, z. B. für unterschiedliche Kundenspezifikationen, ein eigenes Werkzeug vorgehalten werden muss. Soll in der Produktion von einer Kantenspezifikation zur anderen umgestellt werden, muss somit auch das Bearbeitungswerkzeug ausgetauscht werden, was zu Ausfallzeiten der Anlage führt. Verglichen mit der Herstellung symmetrischer Kantenprofile bedeutet dies einen erheblichen wirtschaftlichen Nachteil.

30 [0006] Bei Verwendung von so genannten Mehrwegschleifscheiben (Fig. 1c) kann ein Werkzeugwechsel zwar vermieden werden, doch bringt auch dieses Verfahren Zeitverluste bei der Kantenbearbeitung mit sich. Wie Fig. 1d zeigt, sind zur Bearbeitung der Kante drei Arbeitsschritte notwendig: In Schritt 1 wird der Durchmesser der Halbleiterscheibe W auf den gewünschten Wert gebracht. Anschließend wird die Mehrwegschleifscheibe PSS in geeigneter Weise in Richtung der Rotationsachse verschoben, um in dieser Position in Schritt 2 die Facette an der Scheibenunterseite herzustellen. Schritt 3 wiederholt schließlich den Vorgang an der Scheibenoberseite. Dieses dreistufige Verfahren nimmt erheblich mehr Zeit in Anspruch als ein einstufiges.

40 [0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren bereitzustellen, das zu einem asymmetrischen Kantenprofil je nach Kundenspezifikation führt, und das gleichzeitig einen ebenso wirtschaftlichen Betrieb ermöglicht wie bei der Herstellung symmetrischer Kantenprofile.

[0008] Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit asymmetrischem Kantenprofil durch materialabtragendes Bearbeiten der Scheibenkante, wobei die Halbleiterscheibe auf einem sich drehenden Tisch zentrisch fixiert ist und mit der Kante gegen die sich ebenfalls drehende Arbeitsfläche eines Bearbeitungswerkzeugs zugestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bearbeitungswerkzeug mit symmetrischem Profil verwendet wird, wobei die Asymmetrie der Scheibenkante dadurch erreicht wird, dass das Bearbeitungswerkzeug vor Beginn der Bearbeitung gegenüber der Mittelebene der Halbleiterscheibe parallel zur Rotationsachse der Halbleiterscheibe verschoben wird.

50 [0009] Durch die Verwendung bereits vorhandener, symmetrischer Bearbeitungswerkzeuge wird die Werkzeugvielfalt begrenzt und es werden Kosten für Werkzeug, Lagerhaltung und Werkzeugwechsel eingespart. Dies bedeutet einen erheblichen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber der Verwendung asymmetrischer Bearbeitungswerkzeuge. Da die Bearbeitung in nur einem Schritt erfolgt, ist das erfindungsgemäße Verfahren auch der Verwendung von Mehrwegschleifscheiben, die einen dreistufigen Prozess erfordern, überlegen.

55 [0010] Für das erfindungsgemäße Verfahren wird bevorzugt ein nach dem Stand der Technik üblicher Kantenverrundungsautomat verwendet. Fig. 2 zeigt eine Skizze eines derartigen Kantenverrundungsautomaten. Die Halbleiterscheibe W liegt auf einem sich drehenden Tisch SC zentrisch auf. Eine Profilschleifscheibe PSS ist an einer sich schnell drehenden Schleifspindel SS angebracht. Die Rotationsgeschwindigkeit des Tisches beträgt bevorzugt < 50 U/min, die der Schleifspindel bevorzugt > 2000 U/min. Für die Bearbeitung von Halbleiterscheiben mit Notch ist eine zusätzliche Schleifspindel (Notchspindel NS) mit einem Schleifstift (Profilnotchstift PNS) nach dem Stand der Technik erforderlich. Das Profil des Profilnotchstifts ist in der Regel mit dem Profil der Profilschleifscheibe identisch. Die Notchspindel dreht sich bevorzugt mit Geschwindigkeiten > 20000 U/min. Tisch und Schleifspindel bzw. Notchspindel sind in zwei Richtungen relativ zueinander beweglich. In der x-Richtung ist der Abstand der Rotationsachsen von Tisch und Spindel variierbar. Die Relativposition in x-Richtung definiert somit den Radius der bearbeiteten Halbleiterscheibe. In z-Richtung ist eine relative Positionsverschiebung zwischen Tisch und Profilschleifscheibe bzw. Profilnotchstift parallel zu den Rotationsachsen möglich. Die Relativbewegungen in x- und z-Richtung können entweder durch den Tisch oder durch die Schleifspindel bzw. Notchspindel erfolgen.

65 [0011] Erfindungsgemäß gibt die Relativposition in z-Richtung das Kantenprofil der bearbeiteten Halbleiterscheibe vor, wie in Fig. 3 zu sehen ist. Bei der Herstellung symmetrischer Scheibenkanten nach dem Stand der Technik wird die

Position in z-Richtung so eingestellt, dass die Mittelebene m_w der Halbleiterscheibe und die Mittelebene m_p der Profilschleifscheibe zusammenfallen. Jede Verschiebung aus dieser Position um einen Betrag z' in z-Richtung führt erfindungsgemäß zu einem asymmetrischen Kantenprofil der Halbleiterscheibe, wie in Fig. 3 dargestellt.

[0012] Fig. 4 zeigt detailliert die charakteristischen Größen des Kantenprofils. In Fig. 4a ist der Fall dargestellt, bei dem ein gerades Facettenstück an der Vorderseite, d. h. an der polierten Seite der Halbleiterscheibe vorhanden ist, wogegen dieses gerade Facettenstück im Fall von Fig. 4b fehlt. Die Halbleiterscheibe hat die Dicke d . In der Regel ist die Facettenweite w_1 an der Scheibenvorderseite, d. h. an der polierten Seite, vom Kunden vorgegeben. Weiterhin wird das Kantenprofil durch den Krümmungsradius r , den Öffnungswinkel v und die Stegbreite S charakterisiert. Diese drei Größen werden durch die Wahl des Bearbeitungswerkzeugs bestimmt. Der halbe Öffnungswinkel $v/2$ ist gleichzeitig der Winkel zwischen Facettenfläche und Oberfläche der Halbleiterscheibe. Die Facettenweite w_2 und die Facettenlänge f_2 an der Scheibenrückseite sowie die Facettenlänge f_1 an der Scheibenvorderseite ergeben sich durch die Wahl der Profilschleifscheibe und durch die Größe der axialen Verschiebung z' zwischen den Mittelebenen der Halbleiterscheibe m_w und der Profilschleifscheibe m_p , siehe Fig. 3.

[0013] Um die gewünschte Facettenweite w_1 zu erreichen, wird eine Profilschleifscheibe mit geeigneten Eigenschaften (Stegbreite S , Radius r und Öffnungswinkel v) gewählt. Die Facettenweite w_2 auf der Rückseite der Halbleiterscheibe ergibt sich aus w_1 und den charakteristischen Größen der Profilschleifscheibe. Je nach Anforderung kann auch eine Profilschleifscheibe mit einer Stegbreite $S = 0$ eingesetzt werden. Der Versatz z' in z-Richtung berechnet sich nach

$$z' = \frac{d}{2} - (w_1 + \frac{S}{2}) \quad (1)$$

aus der Dicke d der Halbleiterscheibe, der Facettenweite w_1 an der Vorderseite der Halbleiterscheibe und der Stegbreite S .

[0014] Für die Prozesskontrolle eignen sich die Facettenlängen f_1 und f_2 auf der Vorder- bzw. Rückseite der Halbleiterscheibe besser als der Versatz z' in z-Richtung. Durch die Geometrie des Profils mit w_1 verbunden, lässt sich die dazugehörige Facettenlänge f_1 wie folgt berechnen (Fig. 4):

a) Wenn ein gerades Facettenstück mit Winkel $v/2$ vorhanden ist, d. h. falls

$$w_1 - r \cdot \cos\left(\frac{v}{2}\right) \geq 0 :$$

$$f_1 = \frac{\frac{d}{2} - z' - \frac{S}{2} - r \cdot \cos\left(\frac{v}{2}\right)}{\tan\left(\frac{v}{2}\right)} + r \cdot \left[1 - \sin\left(\frac{v}{2}\right)\right] \quad (2a)$$

bzw.

$$f_1 = \frac{w_1 - r \cdot \cos\left(\frac{v}{2}\right)}{\tan\left(\frac{v}{2}\right)} + r \cdot \left[1 - \sin\left(\frac{v}{2}\right)\right] \quad (2b)$$

b) Wenn kein gerades Facettenstück mit Winkel $v/2$ vorhanden ist, d. h. falls

$$w_1 - r \cdot \cos\left(\frac{v}{2}\right) < 0 :$$

$$f_1 = r - \left(\frac{d}{2} - z' - \frac{S}{2}\right) \cdot \tan\beta \quad (3a)$$

bzw.

$$f_1 = r - w_1 \cdot \tan\beta \quad (3b)$$

$$\text{wobei } \beta = \cos^{-1}\left(\frac{\frac{d}{2} - z' - \frac{S}{2}}{r}\right) \quad (3c) \quad \text{bzw.} \quad \beta = \cos^{-1}\left(\frac{w_1}{r}\right) \quad (3d)$$

[0015] Fig. 1 zeigt nach dem Stand der Technik gebräuchliche Schleifscheiben: Schleifscheibe mit symmetrischem Profil (Fig. 1a), Schleifscheibe mit asymmetrischem Profil (Fig. 2b) und Mehrwegschleifscheibe (Fig. 1c). Fig. 1d stellt

die drei Bearbeitungsschritte dar, die nach dem Stand der Technik bei Verwendung einer Mehrwegschleifscheibe nach Fig. 1c notwendig sind.

[0016] Fig. 2 zeigt die Skizze eines Kantenverrundungsautomaten nach dem Stand der Technik.

[0017] Fig. 3 stellt ein erfindungsgemäß hergestelltes Kantenprofil mit dem Profil der dafür verwendeten Profilschleifscheibe dar.

[0018] Fig. 4 zeigt zwei mögliche Varianten eines erfindungsgemäß hergestellten asymmetrischen Kantenprofils mit den charakteristischen geometrischen Größen. Fig. 4a zeigt eine Kante, die auf der Vorderseite der Halbleiterscheibe ein gerades Facettenstück aufweist, Fig. 4b dagegen eine Kante, bei der dieses gerade Facettenstück auf der Vorderseite fehlt.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren ist auf alle scheibenförmigen Werkstücke aus sprödharten Materialien anwendbar, beispielsweise auf Scheiben aus Glas oder Siliciumcarbid, bevorzugt jedoch auf Halbleiterscheiben, besonders bevorzugt auf Siliciumscheiben.

Patentansprüche

15

1. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit asymmetrischem Kantenprofil durch materialabtragendes Bearbeiten der Scheibenkante, wobei die Halbleiterscheibe auf einem sich drehenden Tisch zentrisch fixiert ist und mit der Kante gegen die sich ebenfalls drehende Arbeitsfläche eines Bearbeitungswerkzeugs zugestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Bearbeitungswerkzeug mit symmetrischem Profil verwendet wird, wobei die

20

Asymmetrie der Scheibenkante dadurch erreicht wird, dass das Bearbeitungswerkzeug vor Beginn der Bearbeitung gegenüber der Mittelebene der Halbleiterscheibe parallel zur Rotationsachse der Halbleiterscheibe verschoben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Bearbeitungswerkzeug um eine Profilschleifscheibe handelt.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Bearbeitungswerkzeug um einen Profilnotchstift handelt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1a



Fig. 1b

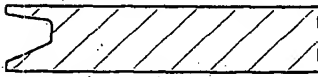


Fig. 1c

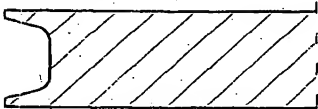
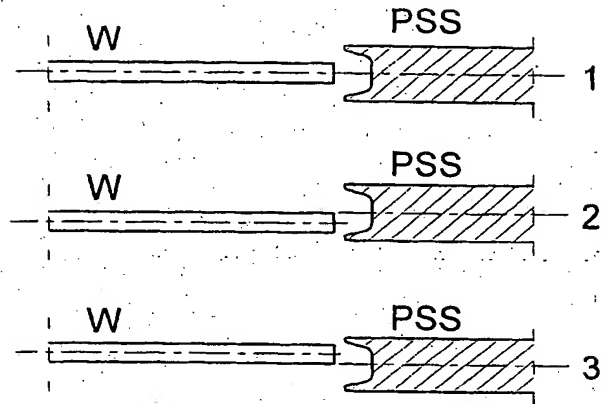


Fig. 1d



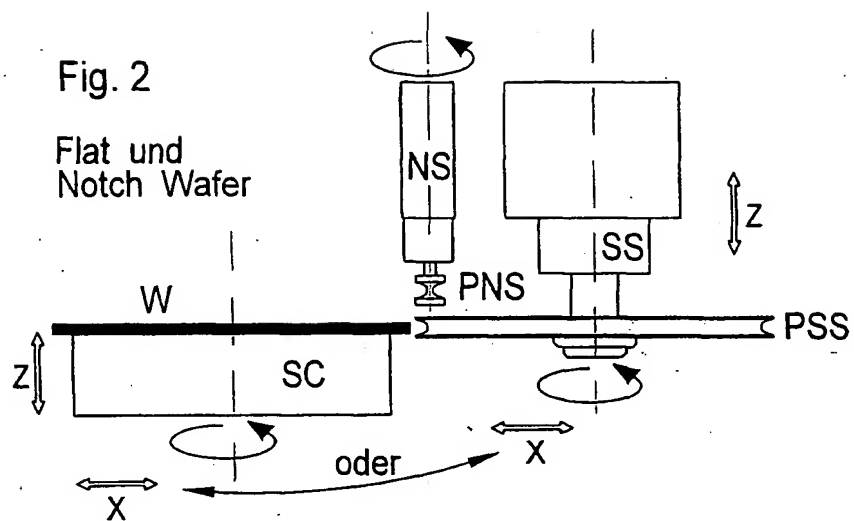


Fig. 3

